

NPL 01



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 00 989 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 K 41/06**

②① Aktenzeichen: 198 00 989.5  
②② Anmeldetag: 14. 1. 98  
④③ Offenlegungstag: 22. 7. 99

DE 198 00 989 A 1

⑦① Anmelder:  
Maul, Hans-Erich, 52068 Aachen, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE 1 96 18 248 C1  
DE-PS 4 99 227

NIEMANN, Gustav u.a.: Maschinenelemente,  
2.Aufl., Bd.II, Berlin u.a., Springer-Ver-  
lag 1983, S.42 u. 65-67;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Kurzbauender leistungsstarker Trommelmotor**

⑤⑦ Besonders kurzbauende Bauweise eines Trommelmo-  
tors, in dem das einstufige Exzentergetriebe so schmal  
gestaltet ist, daß das innenverzahnte Zahnrad aus einer  
Scheibe gestanzt werden kann. Da das Exzentergetriebe  
mit Evolventenverzahnung mehrere flächenförmig kon-  
vex auf konkav mit gleicher Wölbung tragende Zähne hat,  
ist eine in axialer Richtung besonders schmal bauende  
kompakte Ausführung möglich. Eine besonders preiswer-  
te Herstellung und raumsparende Ausführung wird mög-  
lich, indem die Achsenstümpfe und der Flansch (Fig. 5,  
Pos. 1 u. 11) aus einem Teil bestehen, welches im Fein-  
gußverfahren mit nur geringer mechanischer Bearbei-  
tung hergestellt wird. Der Flansch in Fig. 5 u. 6, Pos. 1 u. 8  
ist so dünn gestaltet, daß die Stiftaufnahmelöcher ge-  
stanzt werden können. Das außenverzahnte Zahnrad be-  
steht aus einzelnen Scheiben mit, an denen die Kunst-  
stoffverzahnung angespritzt ist. Durch die Zerlegung der  
Zahnräder und Stützscheiben (Fig. 5 u. 6, Pos. 2 u. 3 u. 4 u.  
5) in einzelne Scheiben, die im Feinstanzverfahren herge-  
stellt werden können, ist eine genaue und preiswerte Her-  
stellung möglich. Die Ausrichtung und die Drehmoment-  
übertragung zwischen den Flanschen (Fig. 5 u. 6, Pos. 1 u.  
8) erfolgt über die Stifte des Getriebes. Das den Stator des  
Elektromotors aufnehmende Rohr ist als elastisches  
Strangpreßprofil gestaltet und ermöglicht so eine kosten-  
günstige Fertigung. Das Kabel wird zwischen der Lage-  
rung und dem Flansch (Fig. 5 u. 6, Pos. 11) innerhalb des  
Wicklungskopfes des ...

DE 198 00 989 A 1

In Trommelmotoren werden üblicherweise Getriebe mit mehrstufigen Stirnrad- oder Planetengetrieben, bzw. Exzentergetrieben mit Cycloiden (499227) oder Evolventenverzahnung (DE 196 18 248) angewendet.

Die der Anmeldung zu Grunde liegende Konstruktion (Fig. 1 und Fig. 2) zeigt ein Exzentergetriebe mit hoher Untersezung.

Der Schwachpunkt aller dieser Getriebe ist die Berührungslinie der Verzahnung.

Alle bisher bekannten Getriebe haben den Nachteil, daß die Kraftübertragung nur durch Linienberührung erfolgt. Bei Stirnradgetrieben z. B. trägt nur ein Zahn in der Abtriebsstufe mit maximaler Zahnbreite von ca. 10 mal Modul. Die Linienberührung ist maximal ca. 0,1 mm breit (Hertzseche Pressung), so daß eine Übertragungsfläche von ca. 0,1 mm × 10 mm = 1 mm<sup>2</sup> vorliegt.

Bei Planetengetrieben gilt das Gleiche, jedoch tragen hierbei 3 bzw. 4 Planeten, so daß ca. 0,1 mm × 10 mm × 4 Zähne = 4 mm<sup>2</sup> tragen.

Bei Cyclo-Getrieben tragen ca. 4 bis 8 Zähne so daß gilt 0,1 mm × 8 Zähne × 10 mm = 8 mm<sup>2</sup>.

Bei Achar- und Exzentergetrieben mit Evolventenverzahnung tragen bis zu 10 Zähne mit Linienberührung. Hierbei gilt 0,1 mm × 10 mm × 10 Zähne = 10 mm<sup>2</sup>.

Bei dem Exzentergetriebe mit Evolventenverzahnung ist eine Dimensionierung gefunden worden, die gegenüber anderen Verzahnungsarten den Vorteil hat, daß mehrere Zähne flächenförmig, wie aus Fig. 3+4 ersichtlich, tragen.

Bei der Evolventenverzahnung kommt es zu flächenförmigen, konvex auf konkav mit gleicher Wölbung tragenden Zähnen. Hierbei wird eine elastische Dehnung und ein Schmierstoffilm von einigen hundertstel Millimetern vorausgesetzt. Dieses ist aus den Fig. 3a und 4a, aus den Maßen an Zahnkopf und Zahnfuß ersichtlich. Dieses erlaubt wesentlich höhere Belastungen und geringeren Verschleiß der Verzahnung.

Hierbei ist eine Übertragungsfläche von 1,5 mm Zahnhöhe × 10 mm Zahnbreite × 10 Zähne = 150 mm<sup>2</sup> tragend. Das ermöglicht es, die Zahnräder schmäler zu gestalten, z. B. 6 mm breit. Dann trägt die Verzahnung mit einer Fläche von 1,5 mm Zahnhöhe × 6 mm Zahnbreite × 10 Zähne = 90 mm<sup>2</sup>. Die Verzahnung trägt nun, bei einer Festigkeit des Polyamides von ca. 40 N/mm<sup>2</sup> (bei maximaler Betriebstemperatur) × 90 mm<sup>2</sup> = 3600 N, so daß das maximale Trommelmotormoment übertragen werden kann (siehe Beilage technische Daten).

Die Verzahnung wird so gestaltet, daß keine Veränderung des Eingriffswinkels erforderlich ist. Das außenverzahnte Rad erhält einen Profilverschiebungsfaktor von  $X = 0,2 \times \text{Modul}$ . Die Innenverzahnung wird mit einem Profilverschiebungsfaktor von  $x = -1 \times \text{Modul}$  ausgeführt. Durch diese Auswahl der Profilverschiebungsfaktoren wird ein biegestabiler Zahn erzeugt und eine große Überlappung der Zahnflanken (ohne Kopfkürzung) erreicht. Es entsteht außerdem eine interferenzfreie Verzahnung (siehe Fig. 1+2+3+4), selbst bei Zähnezahldifferenzen von eins, z. B.: 90-89. Das Eingriffsgebiet der Verzahnung teilt sich je nach Drehrichtung in ein rechtstragendes oder ein linkstragendes auf.

Das aus einer Scheibe bestehende Innenzahnrad (Fig. 1+2) ist so schmal gestaltet, daß es feingestanzte werden kann.

Da bei dem Getriebe im außen verzahnten Zahnrad (Fig. 5, Pos. 3+4) die Stüflöcher mit nur geringen Stegbreiten auszuführen sind, lassen sich diese nicht aus einem Stanzteil (6 mm dick) fertigen. Deshalb wird dieses Teil aus mehreren

Scheiben (1,5 mm dick) zusammengesetzt (Fig. 10). Da die Stahlverzahnung einen relativ hohen Geräuschpegel erzeugt, wird eine aus Polyamid 6 bestehende Verzahnung in einer zweckmäßigen Kunststoffspritzform mit auswechselbaren Verzahnungseinsätzen angespritzt.

Die beiden inneren Stahlscheiben des Außenzahnades sind größer gestaltet und mit gegenüber den äußeren Stahlscheiben vorstehenden Löchern versehen. Hieran verkrallt sich die Kunststoffverzahnung beim Anspritzen. Die Kunststoffverzahnung legt sich wie eine gelenkige Kette um die Stahlscheiben. Die Stahlscheiben lassen sich hierbei sehr genau und äußerst preisgünstig mit einem zweckmäßig gestalteten Folgeschnittwerkzeug mit auswechselbaren Einsätzen herstellen (siehe Variationen der Scheiben).

Durch Verwendung der Stützscheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) tragen die Stifte an beiden Seiten der Zahnscheiben. Ein Kantentragen der Stifte bzw. Rollen und eine einseitige Durchbiegung wird durch diese Verbindung vermieden. Ein weiterer Vorteil dieser Verbindung ist, daß alle 10 bzw. 14 Stifte abstützend wirken.

Der Achsenstumpf mit Flansch (Fig. 5+6, Pos. 1) ist mit der Scheibe aus einem Feingußteil gestaltet. Die Scheibe ist so dünn ( $\varnothing$  des Stiftes gleich Wanddicke), daß die Löcher mit dem gleichen zweckmäßig gestalteten Stanzwerkzeug wie die Scheiben des Außenzahnades in einem Hub eingebracht werden können. Weiterhin können mit dem gleichen Stanzwerkzeug die Löcher in den Scheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) sowie im Flansch (Fig. 5+6, Pos. 8) hergestellt werden.

Bei herkömmlichen Trommelmotoren wird der Stator des Elektromotors in ein Rohr eingeschrumpft. Hierbei wird das Rohr erhitzt. Das Rohr besteht entweder aus Halbzeug oder aus einem Aluminium-Druckgußrohling. Da der Stator außen nur ungenau gefertigt werden kann, sind entweder exzentrische Lagen (schleifen des Rotors) oder lose bzw. schlecht einzubringende Statore mit Montagestörungen (Nachwärmen) die Folge. Beide Lösungen erfordern eine teure und problembehaftete, genaue mechanische Fertigung. Bei der Anmeldung ist eine Lösung gefunden worden, wobei das den Stator aufnehmende Rohr aus einem Stranggußprofil gestaltet ist (Fig. 9). Die Nocken des Profils sind im entspannten, stranggepreßten Zustand kleiner als der Statoraußendurchmesser. Durch eine Vorrichtung läßt sich das Profil zusammendrücken (Fig. 8). Hierbei wird der Innendurchmesser der Nocken größer, so daß sich der Stator einlegen läßt. Wird die Vorrichtung entspannt so federt das Profil wieder zusammen und zentriert hierbei den Stator des Elektromotors (Fig. 7). Anschließend wird das Profil mit den Flanschen (Fig. 5+6, Pos. 8+11) verschraubt. Ein großes Motormoment läßt sich übertragen, weil ein Wulst des Profils formschlüssig in eine Nut des Stators einrastet.

Eine besonders leichte Kabelmontage wird möglich, wenn zuerst das Kabel durch den Flansch (Fig. 5+6, Pos. 11) geführt wird und dann der Rotor mit dem Kugellager montiert wird.

Da die Lagerung innerhalb des Wickelkopfes des Elektromotors gelegt wird und zusätzlich das Kabel zwischen Flansch und Lager nach außen geführt wird, wird eine kurze Ausführung von 150 mm Trommellänge (Fig. 5) bei gleichzeitig großen Trommelmomenten möglich. Beim Verlängern des Elektromotors unter Beibehaltung aller anderen Maße werden bei einer Trommellänge von 200 mm dieselben Leistungen erzielt wie bei derzeitigen Motoren mit 300 mm Trommellänge (Fig. 6). Die technischen Daten der Trommelmotore zeigt die beiliegende Tabelle für die Längen 150 mm und 200 mm. Einen Vergleich mit den technischen Daten der führenden Trommelmotorhersteller zeigen die beiliegenden Prospekte. Hier wird deutlich, daß gleiche maximale Geschwindigkeiten und wesentlich kleinere mini-

male Geschwindigkeiten möglich sind.

#### Bezugszeichenliste

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 Achsenstumpf mit Flansch  | 5  |
| 2 Stützscheibe              |    |
| 3 Kunststoffverzahnung      |    |
| 4 Lochscheiben              |    |
| 5 Stützscheibe              |    |
| 6 Exzentrerscheibe          | 10 |
| 7 Statorhülse               |    |
| 8 Zwischenflansch           |    |
| 9 Rotorkugellager           |    |
| 10 Kabel                    |    |
| 11 Achsenstumpf mit Flansch | 15 |

#### Patentansprüche

1. Kurze Bauweise, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein koaxiales, einstufiges Exzenter-Räderkoppelgetriebe (Fig. 1) mit flächenförmig, konvex auf konkav, mit gleicher Wölbung tragender Evolventenverzahnung zur Untersetzung der Motordrehzahl verwendet wird. 20
2. Besonders preiswerte und genaue Herstellung, dadurch gekennzeichnet, daß das Zahnrad (Fig. 5+6, Pos. 3+4) und die Stützscheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) des Räderkoppelgetriebes aus Scheiben zusammen gesetzt sind, die mit einem Stanzwerkzeug im Feinstanzverfahren hergestellt werden können. 25
3. Besonders preiswerte und genaue Herstellung der Flansche (Fig. 5+6, Pos. 1+8), dadurch gekennzeichnet, daß die Flansche so dünn gestaltet sind (Loch  $\varnothing$  = Dicke), daß die Löcher mit dem gleichen Stanzwerkzeug wie unter Anspruch 2 aufgeführt, eingebracht werden können. 30
4. Kurze Bauweise, dadurch gekennzeichnet, daß das Kabel zwischen Flansch (Fig. 5+6, Pos. 11) und Rotorkugellager nach außen geführt wird. 35
5. Kurze Bauweise, dadurch gekennzeichnet, daß Flansch und Achsstumpf (Fig. 5+6, Pos. 11) besonders raumsparend einteilig als Feingußteil gestaltet sind. 40
6. Kostengünstige und geräuscharme Ausführung, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffverzahnung an die gestanzten Scheiben des Kernes angespritzt wird und sich hierbei an den Löchern der größeren, inneren Scheiben verkrallt. 45
7. Kostengünstige, ohne aufwendige mechanische Bearbeitung herstellbare, leicht montierbare Statoraufnahmhülse, dadurch gekennzeichnet, daß die den Stator aufnehmende Hülse als elastisches Strangpressprofil mit Nocken zur Aufnahme der Schrauben ausgeführt wird. 50

---

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

# Übersicht der Figuren

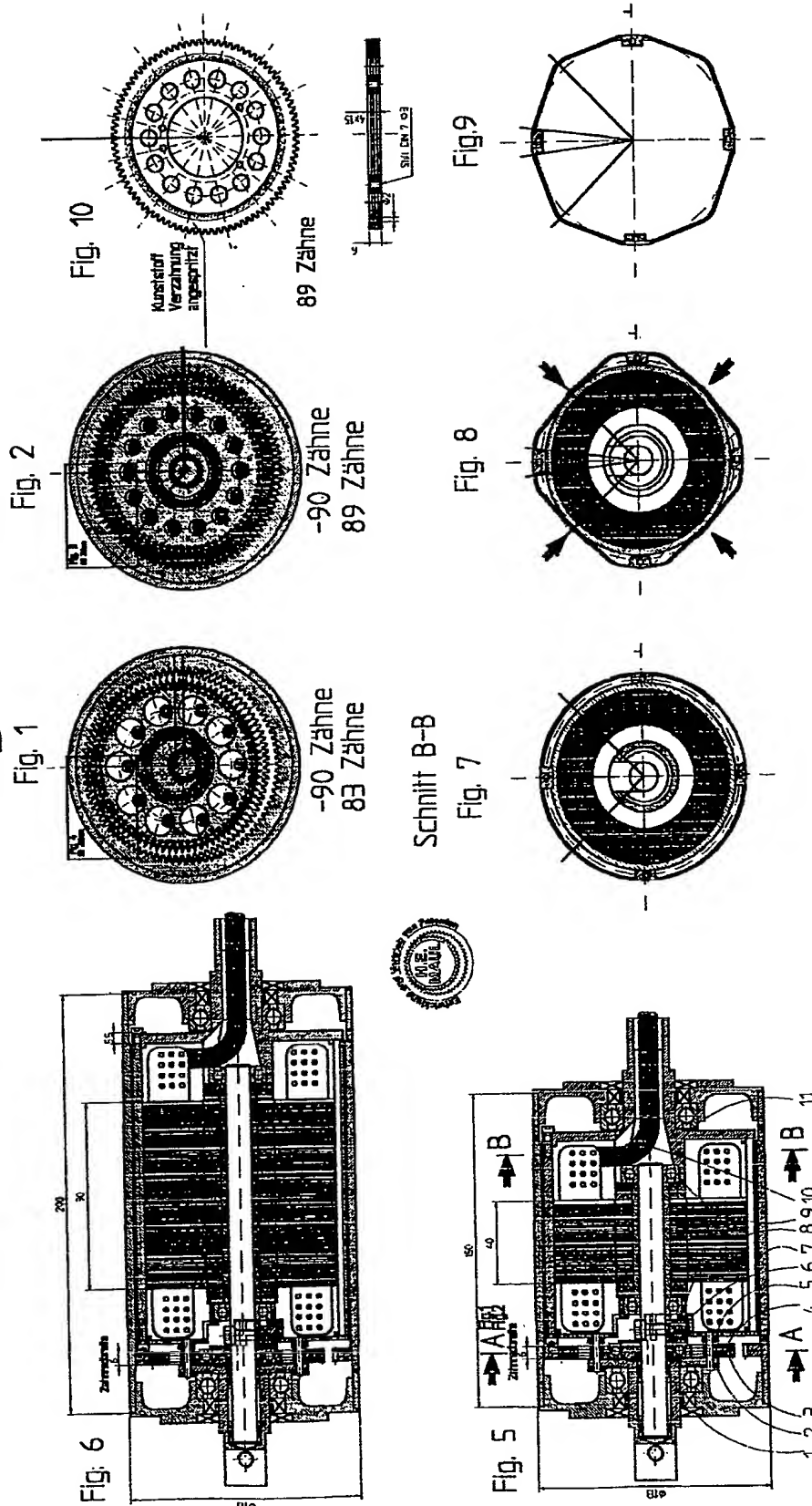
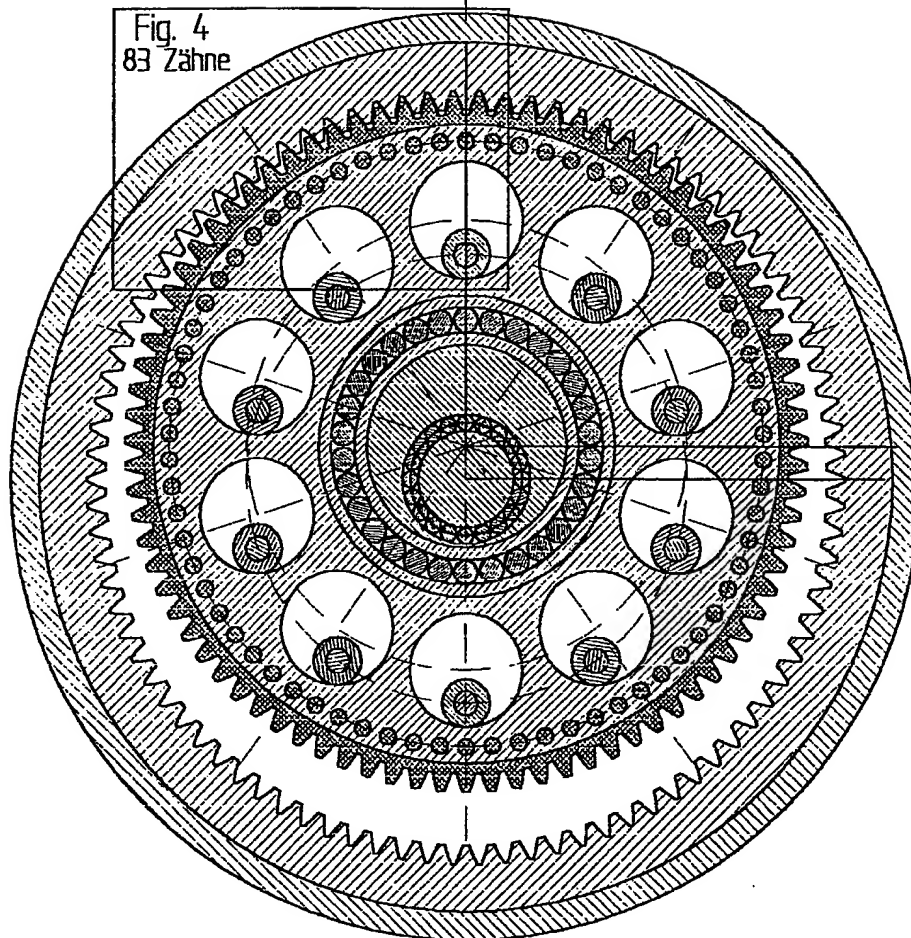
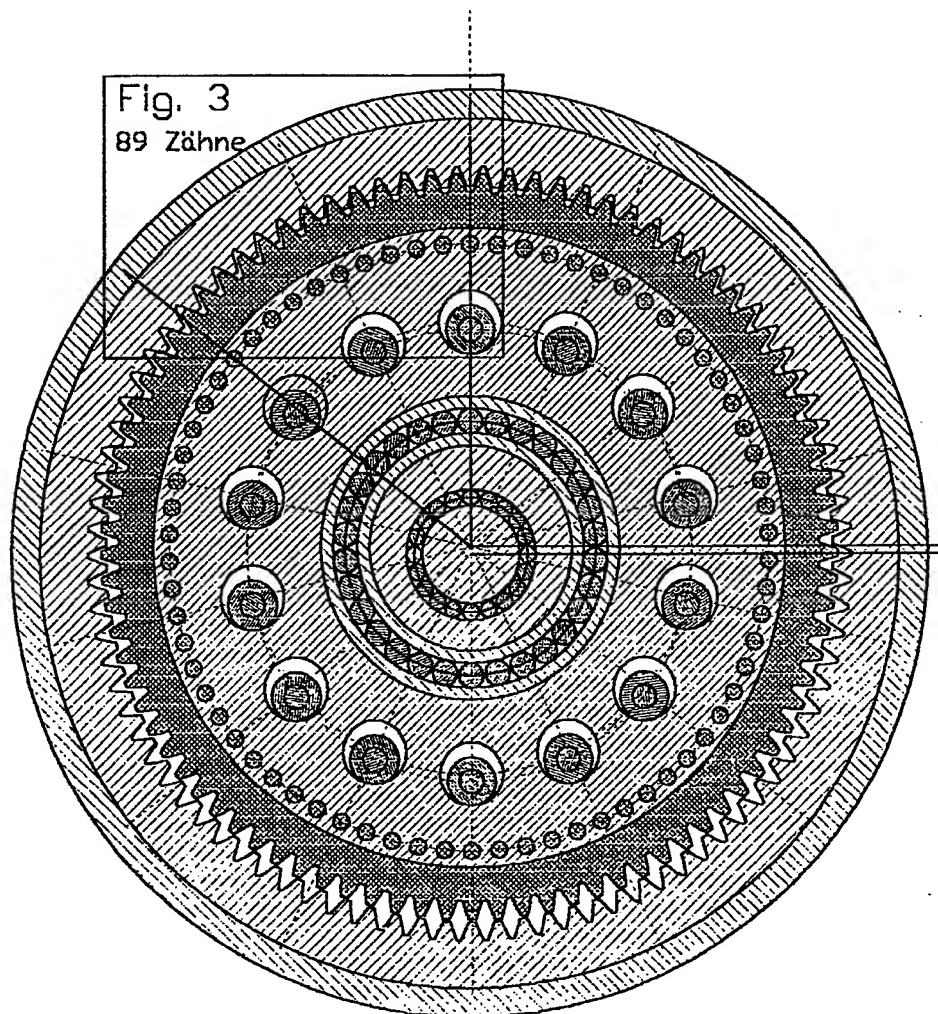


Fig. 1

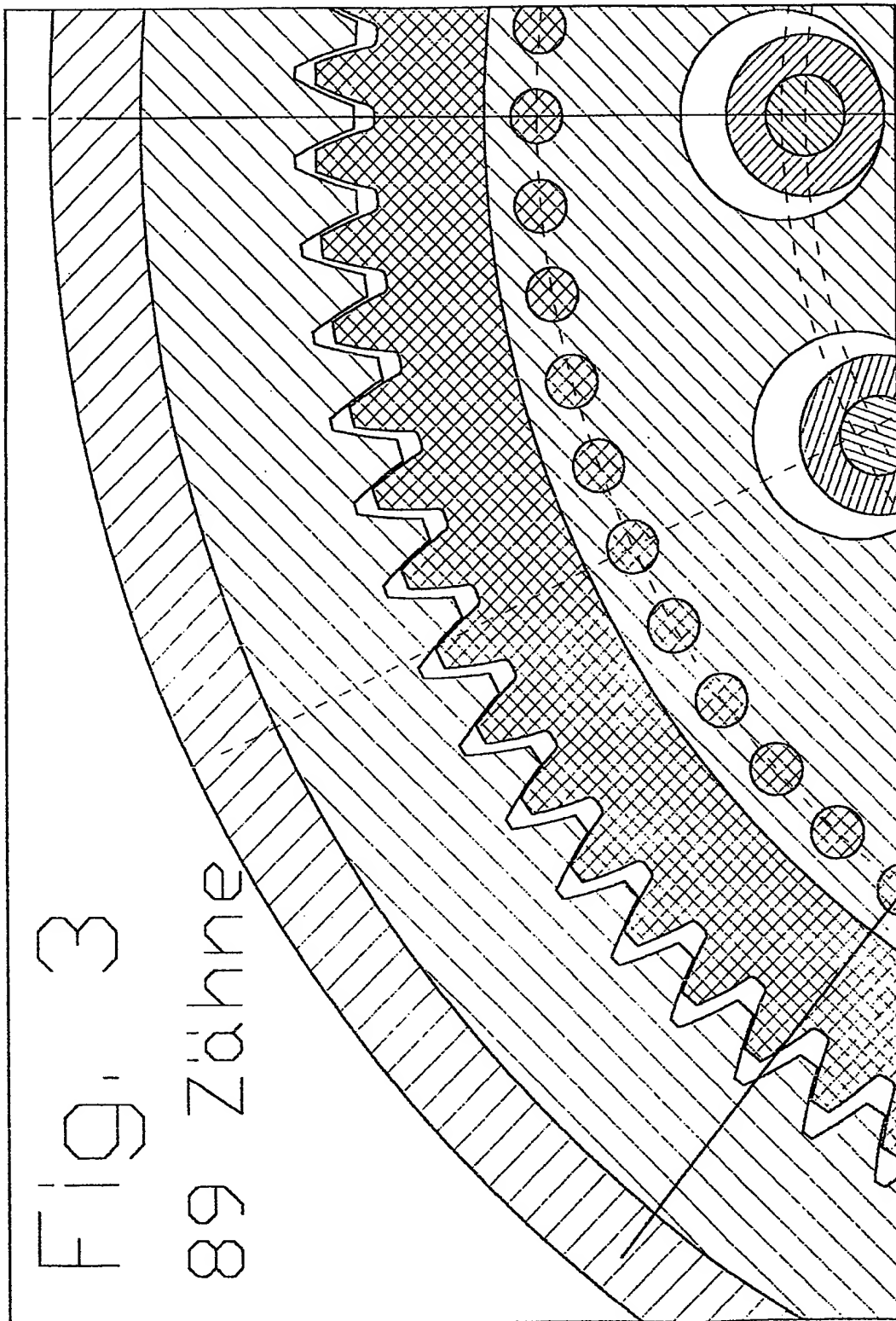


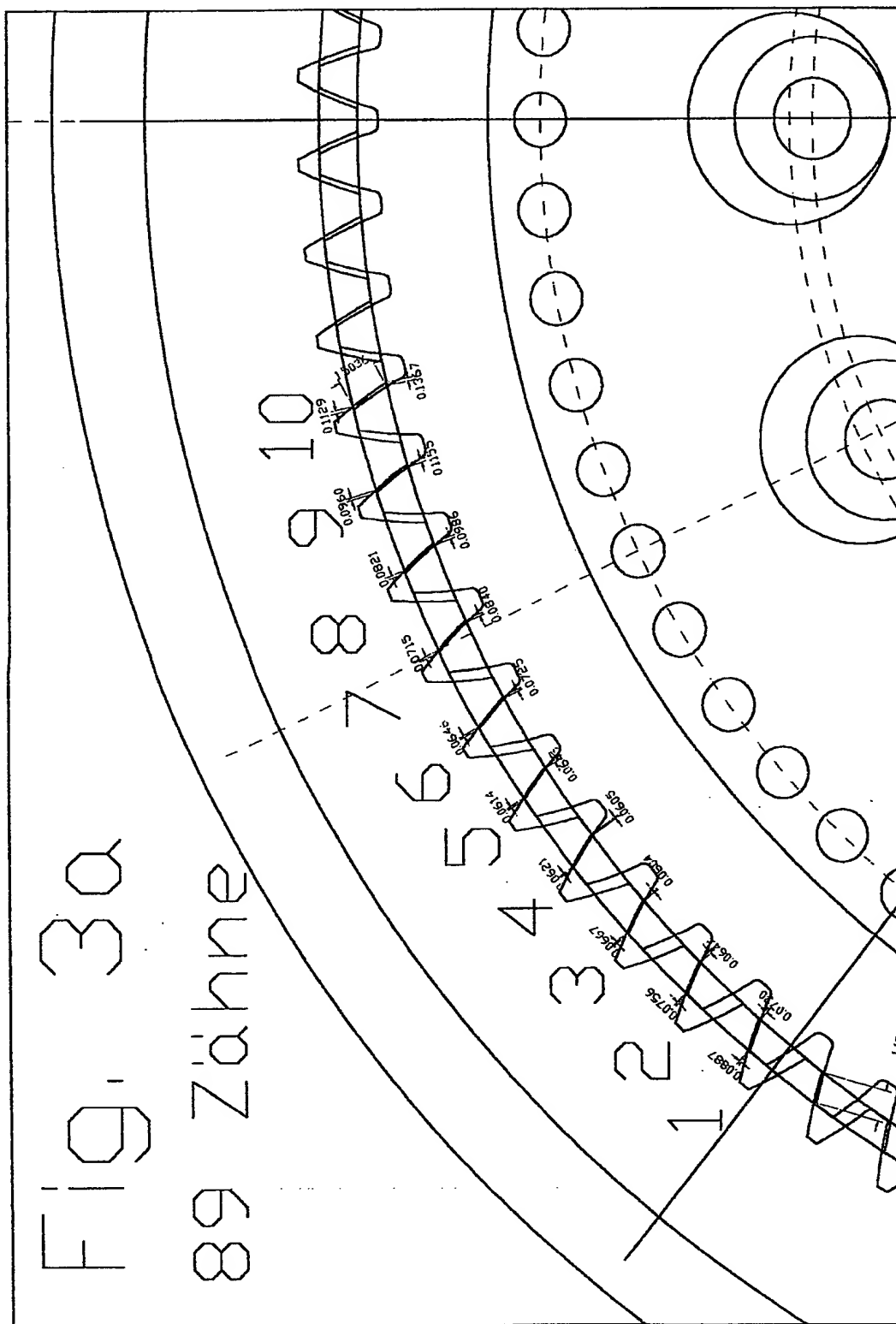
-90 Zähne  
83 Zähne

Fig. 2

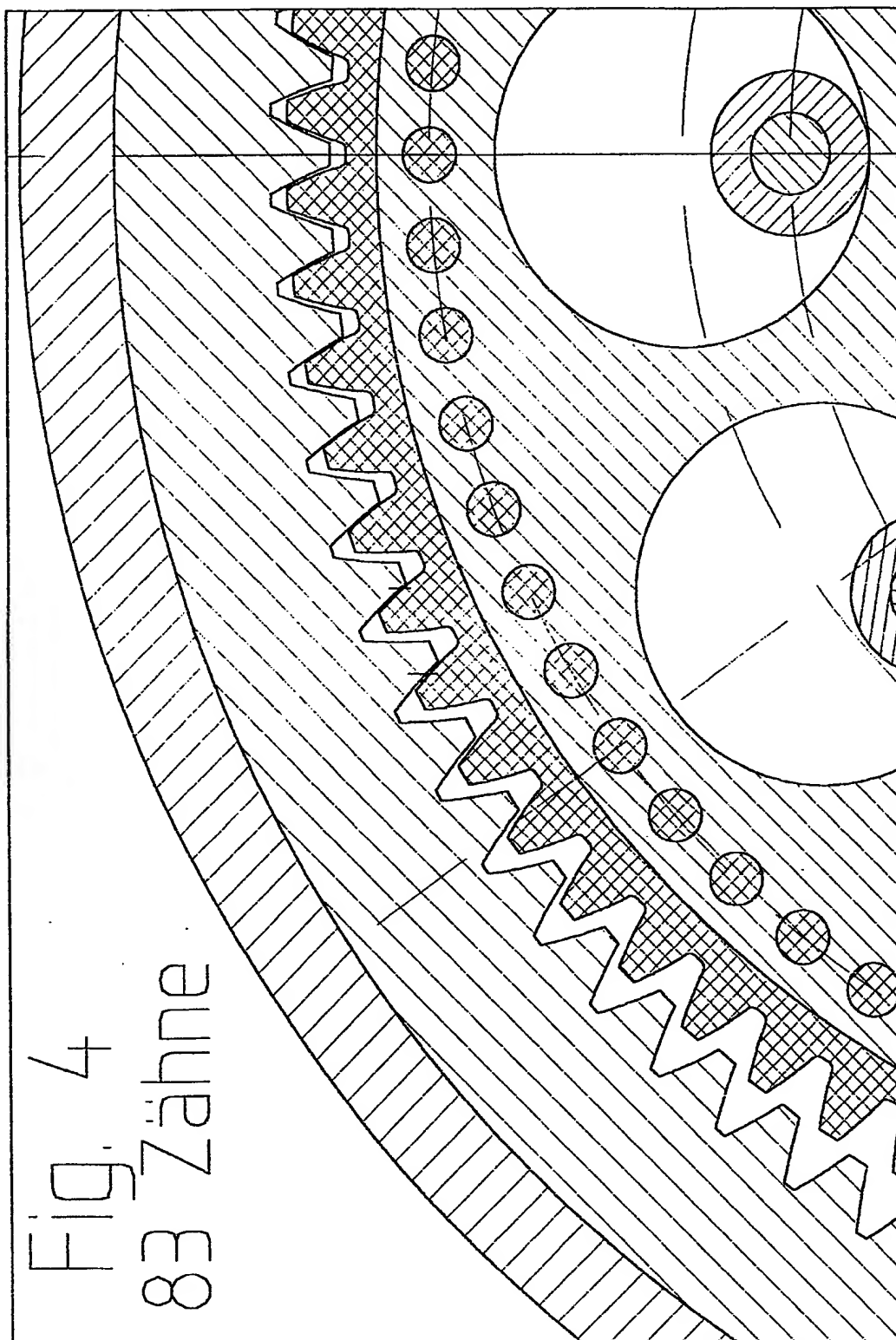


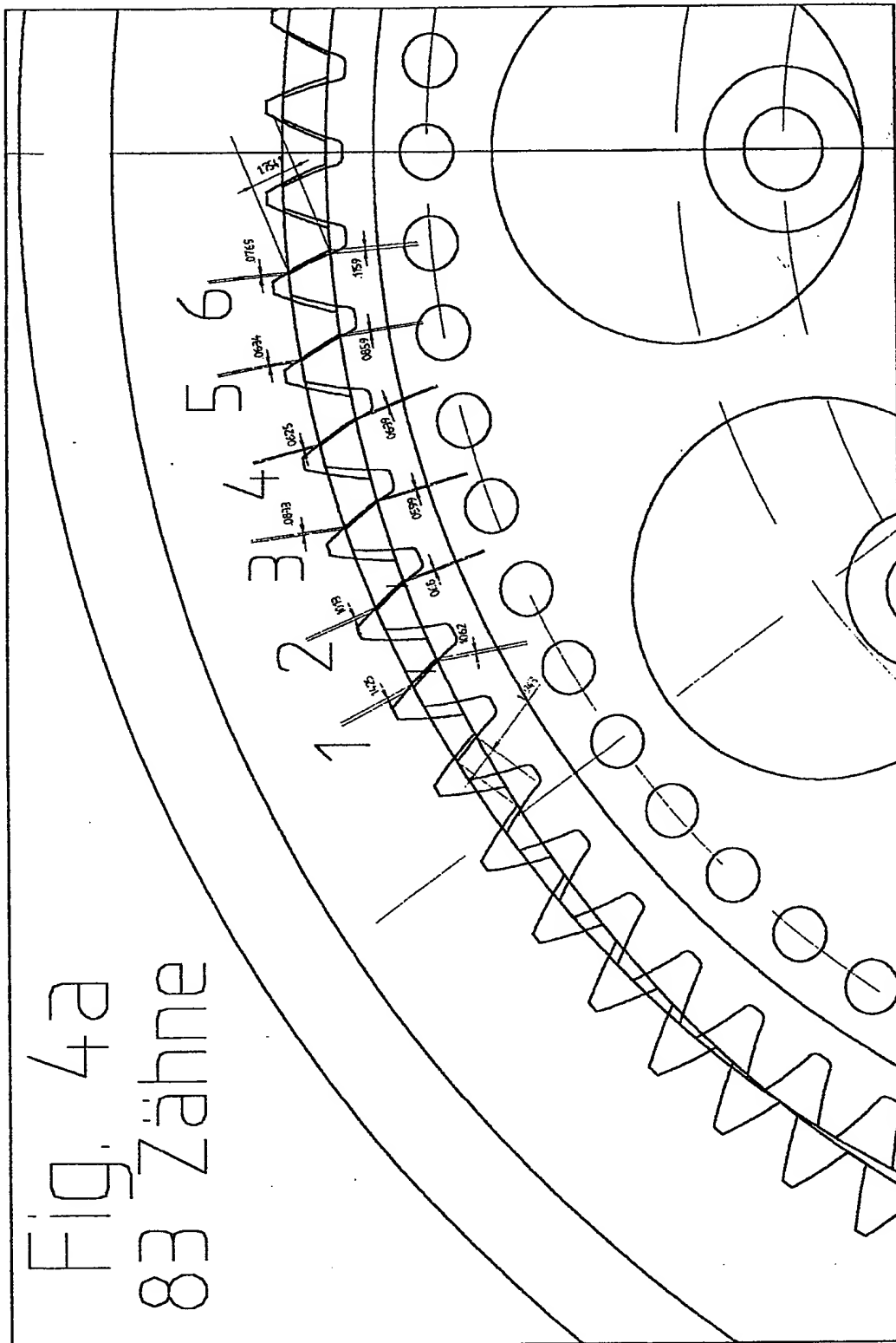
-90 Zähne  
89 Zähne

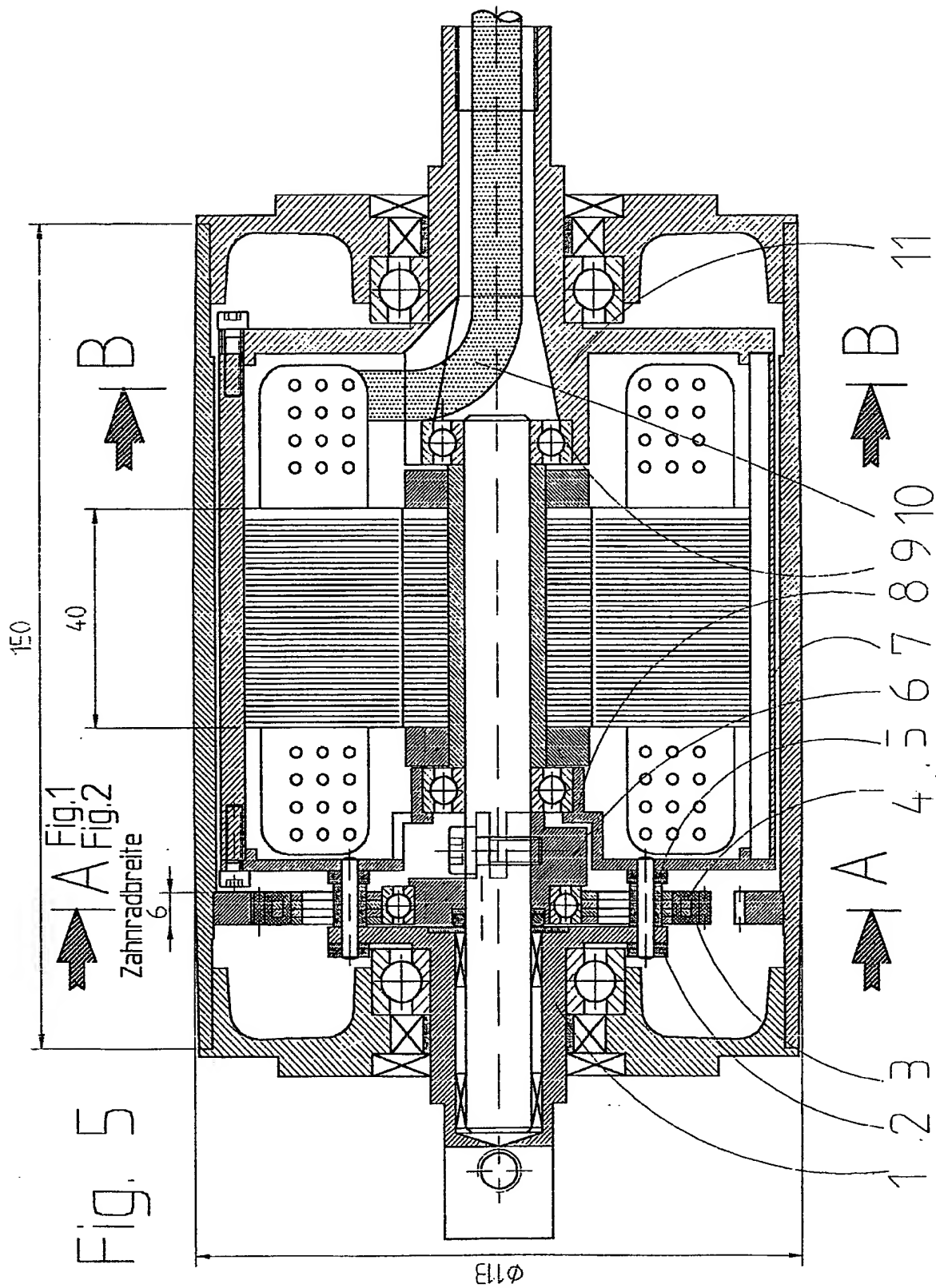


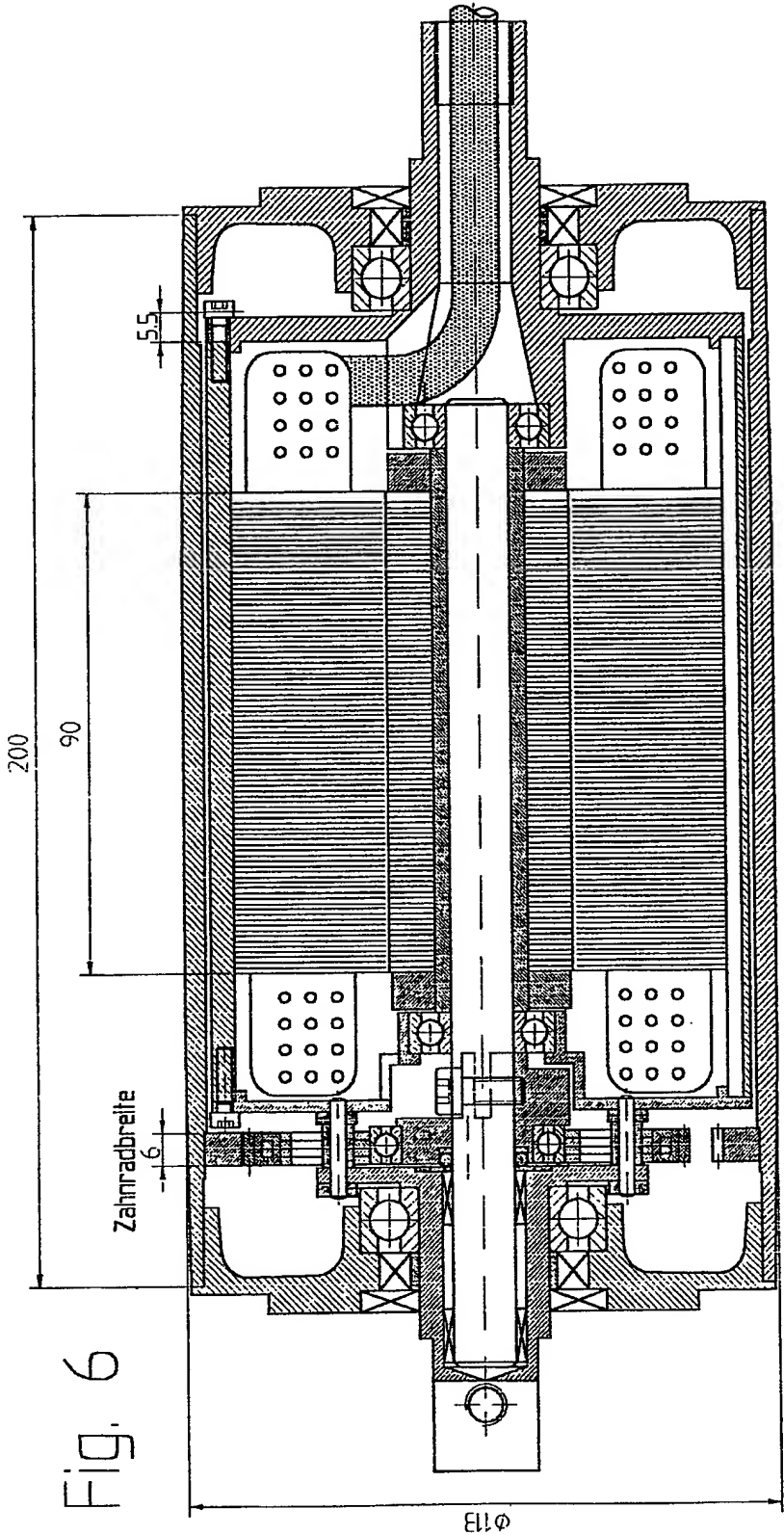












Schnitt B-B

Fig. 7

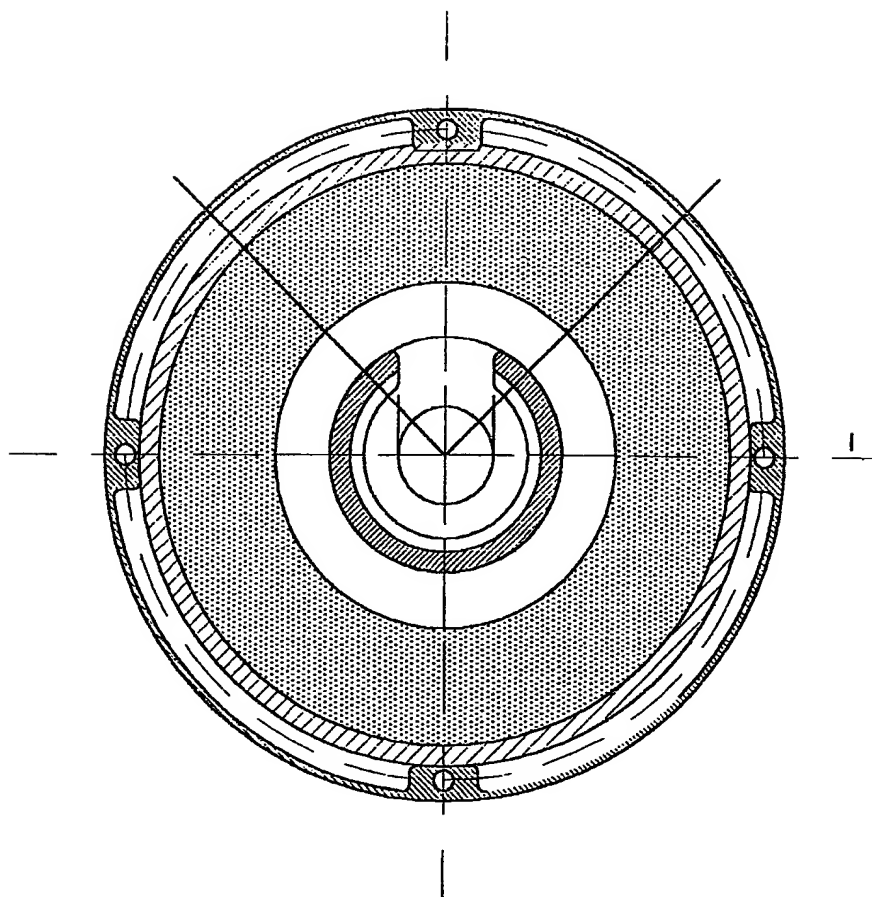


Fig. 8

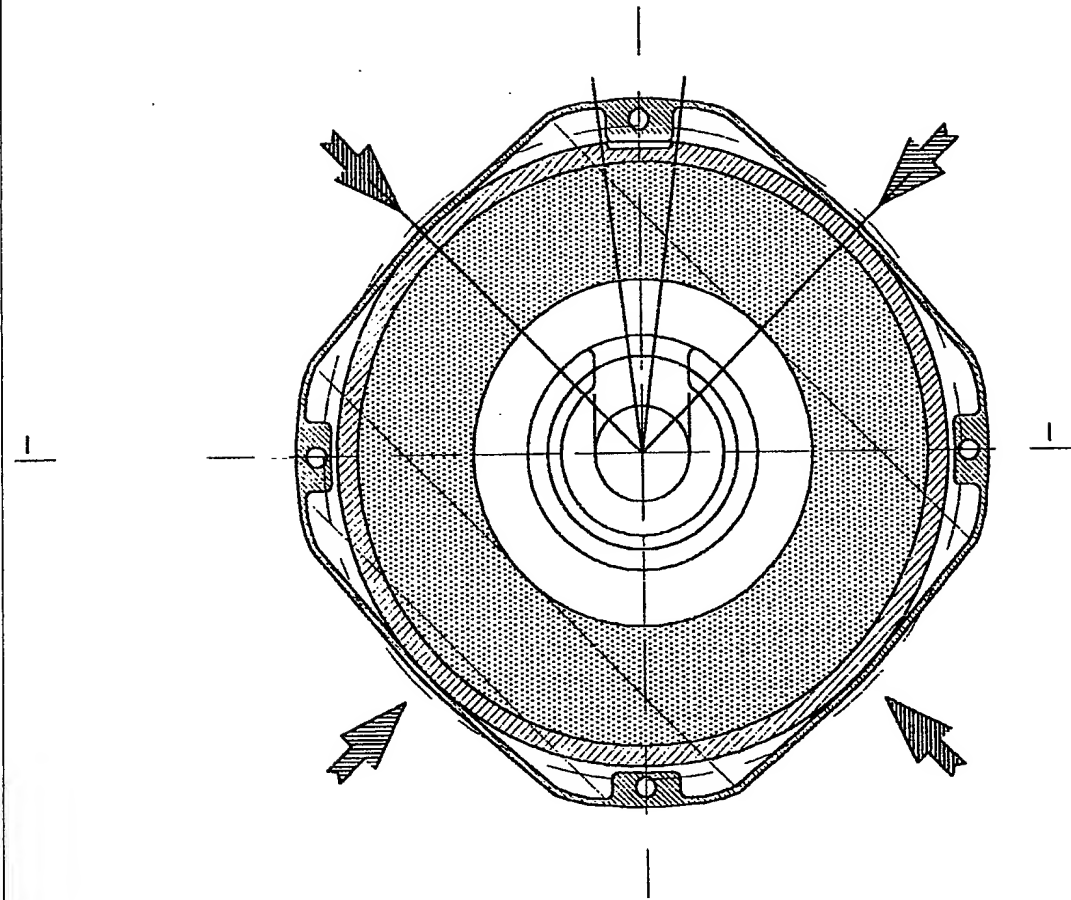


Fig. 9

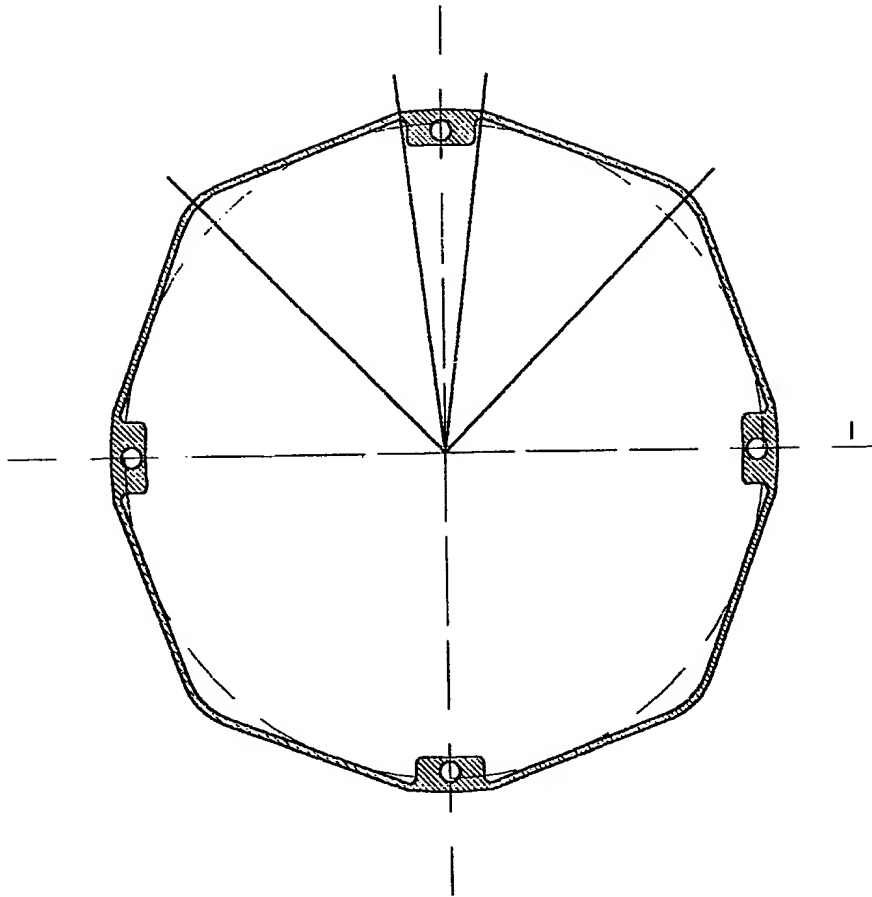
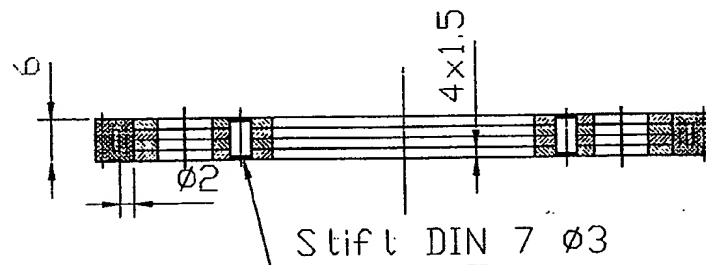


Fig. 10

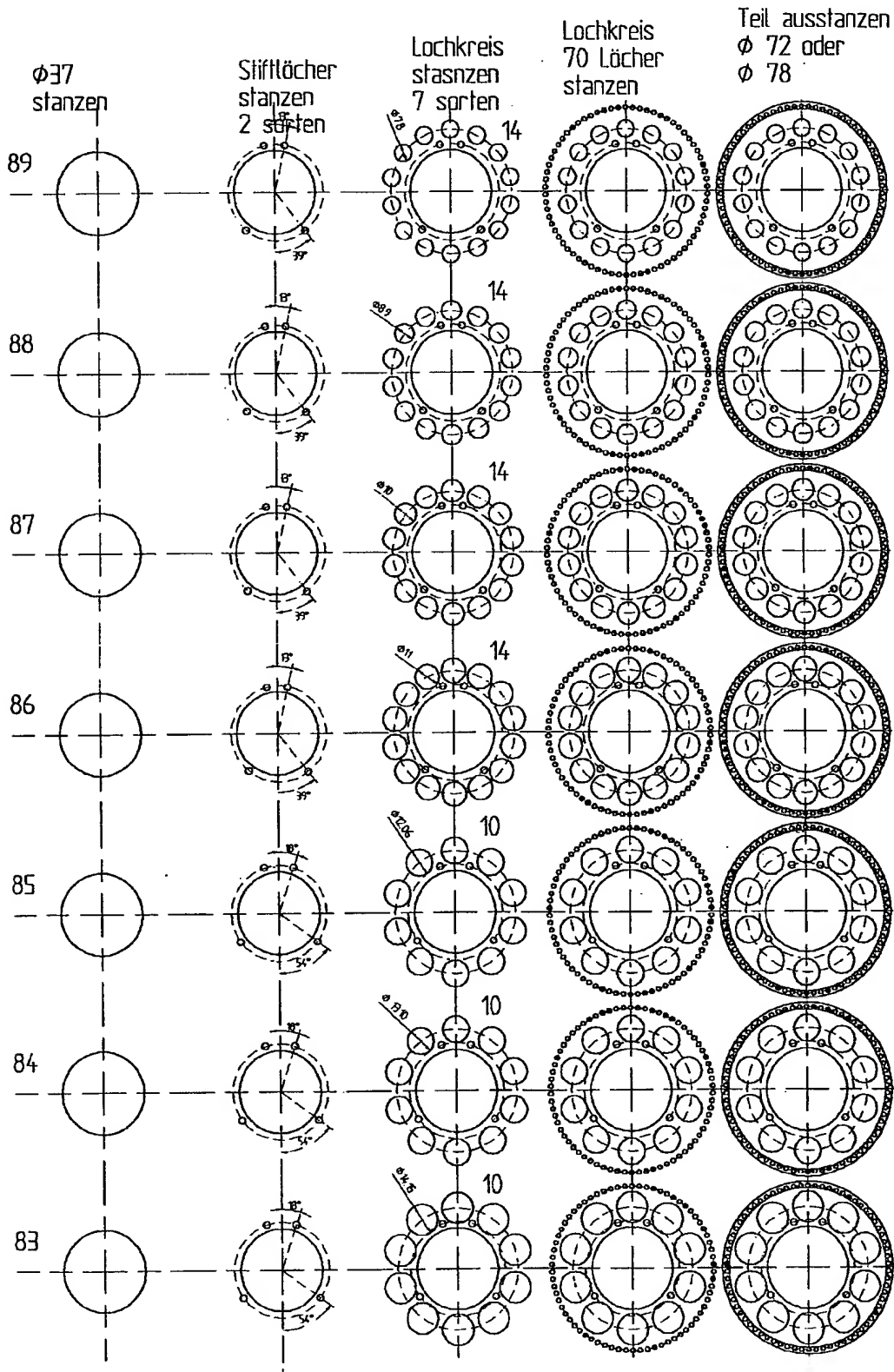
Kunststoff  
Verzahnung  
angespritzt

89 Zähne





# Variationen beim stanzen der Lochscheiben



# Technische Daten der Trommelmotore

## Trommelmotor 110 L=150

### Umfangsgeschwindigkeiten der Trommelmotore in m/s

| Trommel<br>Durchm.<br>mm | Zahnezahl<br>innen | Zahnezahl<br>außen | Unter-<br>setzung | Motor<br>drehzahl<br>min-1 | V umfang<br>m/s | Trommel<br>drehzahl<br>sec-1 | Leistung<br>Watt | Dreh<br>Moment<br>Nm | Umfangs<br>Kraft<br>N |
|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 920                        | -0,0595         | -0,172                       | 80               | 73,941               | 1344,377              |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 920                        | -0,1204         | -0,348                       | 80               | 38,555               | 664,636               |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 920                        | -0,1826         | -0,529                       | 80               | 24,093               | 438,055               |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 920                        | -0,2463         | -0,713                       | 80               | 17,862               | 324,765               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 920                        | -0,3115         | -0,902                       | 80               | 14,124               | 256,791               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 920                        | -0,3783         | -1,095                       | 80               | 11,631               | 211,475               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 920                        | -0,4467         | -1,293                       | 80               | 9,851                | 179,106               |
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 1380                       | -0,0893         | -0,258                       | 110              | 67,779               | 1232,346              |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 1380                       | -0,1806         | -0,523                       | 110              | 33,509               | 609,250               |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 1380                       | -0,2739         | -0,793                       | 110              | 22,085               | 401,551               |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 1380                       | -0,3695         | -1,070                       | 110              | 16,374               | 297,701               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 1380                       | -0,4673         | -1,353                       | 110              | 12,947               | 235,392               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 1380                       | -0,5674         | -1,643                       | 110              | 10,662               | 193,852               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 1380                       | -0,6700         | -1,940                       | 110              | 9,030                | 164,181               |
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 2860                       | -0,1850         | -0,536                       | 160              | 47,570               | 864,914               |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 2860                       | -0,3742         | -1,083                       | 160              | 23,518               | 427,598               |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 2860                       | -0,5677         | -1,644                       | 160              | 15,500               | 281,826               |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 2860                       | -0,7658         | -2,217                       | 160              | 11,492               | 208,940               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 2860                       | -0,9685         | -2,804                       | 160              | 9,086                | 165,208               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 2860                       | -1,1760         | -3,405                       | 160              | 7,483                | 136,054               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 2860                       | -1,3885         | -4,020                       | 160              | 6,338                | 115,229               |

## Trommelmotor 110 L=200

### Umfangsgeschwindigkeiten der Trommelmotore in m/s

| Trommel<br>Durchm.<br>mm | Zahnezahl<br>innen | Zahnezahl<br>außen | Unter-<br>setzung | Motor<br>drehzahl<br>min-1 | V umfang<br>m/s | Trommel<br>drehzahl<br>sec-1 | Leistung<br>Watt | Dreh<br>Moment<br>Nm | Umfangs<br>Kraft<br>N |
|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 920                        | 0,0595          | -0,172                       | 180              | 166,367              | 3024,848              |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 920                        | 0,1204          | -0,348                       | 180              | 82,249               | 1495,431              |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 920                        | 0,1826          | -0,529                       | 180              | 54,209               | 985,625               |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 920                        | 0,2463          | -0,713                       | 180              | 40,190               | 730,722               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 920                        | 0,3115          | -0,902                       | 180              | 31,778               | 577,780               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 920                        | 0,3783          | -1,095                       | 180              | 26,170               | 475,819               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 920                        | 0,4467          | -1,293                       | 180              | 22,164               | 402,989               |
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 1380                       | 0,0893          | -0,258                       | 300              | 184,852              | 3360,943              |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 1380                       | 0,1806          | -0,523                       | 300              | 91,387               | 1661,590              |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 1380                       | 0,2739          | -0,793                       | 300              | 60,233               | 1095,139              |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 1380                       | 0,3695          | -1,070                       | 300              | 44,655               | 811,913               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 1380                       | 0,4673          | -1,353                       | 300              | 35,309               | 641,978               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 1380                       | 0,5674          | -1,643                       | 300              | 29,078               | 528,688               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 1380                       | 0,6700          | -1,940                       | 300              | 24,627               | 447,766               |
| 110                      | 90                 | 89                 | -89               | 2860                       | 0,1850          | -0,536                       | 360              | 107,033              | 1946,058              |
| 110                      | 90                 | 88                 | -44               | 2860                       | 0,3742          | -1,083                       | 360              | 52,915               | 962,095               |
| 110                      | 90                 | 87                 | -29               | 2860                       | 0,5677          | -1,644                       | 360              | 34,876               | 634,108               |
| 110                      | 90                 | 86                 | -21,5             | 2860                       | 0,7658          | -2,217                       | 360              | 25,856               | 470,115               |
| 110                      | 90                 | 85                 | -17               | 2860                       | 0,9685          | -2,804                       | 360              | 20,445               | 371,719               |
| 110                      | 90                 | 84                 | -14               | 2860                       | 1,1760          | -3,405                       | 360              | 16,837               | 306,121               |
| 110                      | 90                 | 83                 | -11,857/1429      | 2860                       | 1,3885          | -4,020                       | 360              | 14,260               | 259,266               |